

TECNOLOGIAS NÃO TÉRMICAS: MAXIMIZANDO A QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA, SENSORIAL E NUTRICIONAL DE PRODUTOS LÁCTEOS

Júlia da Costa Carneiro Cruz¹, Ana Carolina Nascimento¹, Lara Beatriz Oliveira
Mateus¹, Emília Maricato Pedro dos Santos¹

¹Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Medicina, Departamento de
Medicina Veterinária, Grupo de Pesquisa em Inspeção, Tecnologia e Controle de
Qualidade de Produtos de Origem Animal – GPPoA UFJF, Juiz de Fora, Brasil
(julia9carneiro@hotmail.com)

RESUMO: Os produtos lácteos destacam-se pelo rico perfil nutricional. Mas, essa característica torna-os vulneráveis para a contaminação microbiana. Dessa forma, a indústria de laticínios implementa medidas para mitigação de risco dos produtos, como os tratamentos térmicos. Contudo, essa técnica pode reduzir o valor nutricional dos alimentos, além de apresentar custo elevado. Dessa forma, é interessante que a indústria de alimentos lance mão de outros métodos de conservação, como é o caso das tecnologias não térmicas. Nesse sentido, a presente revisão de literatura teve como objetivo esclarecer as vantagens, desvantagens e mecanismo de ação de tratamentos não térmicos sobre os produtos lácteos. Para tanto, pesquisou-se, em março de 2024, nas principais bases de dados, com os principais descritores do tema, sendo selecionadas 21 publicações para discussão e síntese do assunto. Observou-se que aquecimento ôhmico, plasma frio, ultrassom e luz pulsada preservam os nutrientes do alimento, principalmente os termosensíveis. Ainda, microrganismos patogênicos podem ser inativados, garantindo a qualidade microbiológica dos lácteos. O impacto ambiental dessas tecnologias é uma grande vantagem, pela redução da emissão de gases do efeito estufa e consumo energético. Aspectos como investimento inicial, segurança operacional, grau de inativação microbiana devem ser analisados, para exploração de resultados eficientes e rentáveis de produção. Por fim, para obtenção de sucesso na aceitação e compra dos consumidores, é necessário expor informações sobre as tecnologias e produtos. Portanto, o equilíbrio entre alavancar os estudos tecnológicos e aceitação do consumidor é essencial para o progresso da indústria de laticínios em direção a práticas seguras e eficientes.

PALAVRAS-CHAVE: Aquecimento ôhmico; Leite; Luz pulsada; Plasma frio; Ultrassom.

1 INTRODUÇÃO

As Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) impactam a saúde pública e resultam em 420.000 mortes por ano mundialmente. Com isso, medidas para mitigação de risco devem ser aplicadas para garantir a segurança dos alimentos, principalmente aqueles que possuem maior potencial de ameaçar a saúde (Talari *et al.*, 2024).

Nesse contexto, os produtos lácteos, devido ao fato de apresentarem alto valor nutricional, estão suscetíveis a contaminação microbiana, por bactérias patogênicas ou deteriorantes. São diversas as origens dos microrganismos contaminantes do leite, como do próprio rebanho, ambiente, equipamentos de ordenha e colaboradores. Dessa forma, as práticas higiênicas, formas de armazenamento e temperatura de

conservação são os principais fatores que influenciam na qualidade microbiológica dos produtos lácteos (Qi *et al.*, 2024).

A indústria de laticínios conta, principalmente, com o tratamento térmico dos produtos como primordial ferramenta a garantir a qualidade higiênico-sanitária desses, além de prolongar seus prazos de validade. Mediante isto, falhas no processamento térmico decorrem em surtos de DTHA, alterações sensoriais e nutricionais dos lácteos, além de *recalls*, que podem prejudicar a reputação da marca (Lindsay *et al.*, 2021).

Contudo, apesar das altas temperaturas apresentarem efeito bactericida sobre a microbiota do alimento, a qualidade nutricional do produto pode sofrer alterações. Degradação de vitaminas, desnaturação de proteínas, menor disponibilidade de

minerais e alterações sensoriais são aspectos que podem ser afetados pelo tratamento térmico. Assim, são envolvidos custos para repor o valor nutricional do produto. Por outro lado, esse método de conservação implica em danos à saúde ambiental, por meio da liberação de gases do efeito estufa e do alto consumo de água (Cavalcanti *et al.*, 2023).

Atrelado a isso, atualmente, foram desenvolvidas tecnologias não térmicas (emergentes). Estas, além de manterem a qualidade microbiológica dos produtos, como os laticínios, causam mínimos efeitos na qualidade sensorial e nutricional dos mesmos. Portanto, aquecimento ôhmico, plasma frio e ultrassom, tecnologias não térmicas, podem ser aplicadas na indústria alimentícia a fim de garantir a qualidade higiênico-sanitária dos produtos sem interferir em outros aspectos (Ribeiro *et al.*, 2022).

Por conseguinte, a presente revisão de literatura tem como objetivo esclarecer sobre tratamentos não térmicos para a redução da carga microbiana de produtos lácteos e manutenção das suas características sensoriais e nutricionais. Tecnologias como aquecimento ôhmico, plasma a frio, ultrassom e luz pulsada serão mencionados, quanto aos principais mecanismos de ação, vantagens e desvantagens.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão de literatura acerca dos principais tratamentos não térmicos aplicados à indústria laticinista. Para tanto, em março de 2024, buscou-se as informações nas bases de dados *Science Direct* e Portal de Periódicos CAPES/MEC. A busca foi realizada por trabalhos na língua inglesa, publicados entre 2019 e 2024. Dessa forma, utilizou-se os descritores “*dairy*”, “*microbial*”, “*inactivation*”, “*pulsed*” e “*light*” associados ao operador booleano AND, para amplificar a busca pelos dados. Foram excluídas cartas ao editor, monografias, dissertações e demais trabalhos que não continham a temática central proposta, obtendo-se 8.519 publicações, que passaram por seleção, com base na presença dos descritores nos títulos. Selecionou-se 21 trabalhos para leitura, discussão e síntese do tema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aquecimento ôhmico

Primeiramente, o aquecimento ôhmico consiste em uma corrente elétrica aplicada sobre o alimento, que é aquecido de forma rápida e uniforme. Com isso, o valor nutricional do produto é mantido, além de haver a formação de peptídeos, que tornam o processo digestivo facilitado. Atualmente, já foram

realizados experimentos utilizando o aquecimento ôhmico em queijos, bebidas lácteas, fórmulas infantis e sobremesas lácteas. Portanto, sabe-se que a tecnologia pode ser mais explorada e aplicada na indústria de produtos lácteos, ressaltando as propriedades funcionais dos produtos e valorizando o potencial tecnológico dos mesmos (Rocha *et al.*, 2022).

Balthazar *et al.* (2022) realizaram um estudo com objetivo de comparar o aquecimento convencional com o aquecimento ôhmico na qualidade microbiológica do leite de ovelha e no gasto energético do processo. Observou-se que o aquecimento ôhmico, aplicado com a intensidade de campo elétrico de 8,33 V/cm (Volt por centímetro), reduziu cerca de 72 % do gasto energético, comparado à pasteurização (tratamento térmico). Por outro lado, durante o período de três meses de armazenamento, em congelador, os dois métodos apresentaram, igualmente, a quantidade de gêneros bacterianos presentes.

Vale ressaltar que o aquecimento ôhmico pode ser tratado como sinônimo de campo elétrico pulsado, na prática. O mecanismo de ação do campo elétrico pulsado consiste na eletroporação das membranas celulares, com isso, há morte bacteriana. Para isto, é necessário aplicar uma intensidade de campo elétrica compatível ao tamanho e formato da célula alvo. Contudo, intensidades de campo elétrico moderadas mostraram-se tão potentes quanto as de alta intensidade. Dessa forma, é possível tornar o trabalho da indústria facilitado, visto que intensidades moderadas de campo elétrico são mais fáceis de manejar, quando comparadas a altas intensidades (Timmermans *et al.*, 2019).

Ainda, a pesquisa de Ji *et al.* (2022) baseou-se na aplicação de campo elétrico pulsado sobre leite e análise dos impactos microbiológicos e físico-químicos. Os autores observaram que a contagem bacteriana reduziu em 7,5 log UFC/ml (Unidades Formadoras de Colônia por mililitro) e manteve-se estável após sete dias de armazenamento a 4 °C. Além do mais, o leite manteve sua estabilidade física e as características químicas que indicam frescor. Apesar disso, o risco operacional da utilização de campos elétricos é alto, mas é possível minimizá-lo, utilizando intensidades mais baixas.

Embora o aquecimento ôhmico apresente vantagens, como produção de alimentos de alta digestibilidade, seguros e com qualidade nutricional e sensorial, e também minimizar o tempo de tratamento e a quantidade de energia utilizada, causando impacto ambiental mínimo, existem desvantagens associadas a esta tecnologia. É necessário um alto capital de investimento no processo, o tratamento é ineficaz contra algumas enzimas e esporos e há desafios quanto a utilização dos materiais condutores. Dessa forma,

estes aspectos limitam a adesão das indústrias alimentícias à tecnologia em questão (Arshad *et al.*, 2020).

Plasma frio

Em segundo plano, o plasma frio é uma ferramenta para reduzir a carga microbiana de alimentos e materiais de embalagem. A aplicação desta tecnologia consiste na aplicação de gases inertes à temperatura ambiente. Assim, há formação de íons, positivos e negativos, além de radicais livres e fótons, que interagem com as células biológicas. Posteriormente, há alterações moleculares e morfológicas, tais como corrosão de membrana celular, inativação de componentes intracelulares e destruição de material genético, que inativam a célula alvo. Por fim, além de microrganismos, enzimas, toxinas e pesticidas também são degradados com o plasma frio. Contudo, o tratamento é limitado à superfície do alimento (Asl *et al.*, 2022).

Wang *et al.* (2022) testaram o efeito do plasma frio sobre leite cru de ovelha, em comparação à pasteurização. Os resultados mostraram que o plasma frio promove diminuição significativa da carga microbiana do produto, assim como a pasteurização, e, ainda, leva a redução do tamanho das micelas de caseína de forma mais eficaz, tornando a digestão do leite facilitada. Ainda, o estudo demonstrou que o tempo de processamento foi decisivo para obtenção destes resultados, sendo 300 segundos de tratamento mais eficaz em comparação a valores inferiores.

A respeito dos gases utilizados na técnica de plasma frio, o argônio destaca-se por alterar minimamente as características sensoriais do alimento, como a cor, além de ser altamente seguro. Por outro lado, o oxigênio pode ser utilizado para o mesmo fim, mas desencadeia resultados menos desejáveis em relação ao argônio. Este gás foi capaz de reduzir a contagem bacteriana total, a contagem de bactérias psicrotróficas, de *Staphylococcus aureus* e de bactérias do gênero *Enterobacteriaceae*, em carcaças de frango, um produto de origem animal, assim como os lácteos. Dessa forma, a redução da carga microbiana com argônio pode ser promissora na indústria de alimentos (Abdel-Naeem *et al.*, 2022).

Além dos alimentos, o plasma frio pode ser aplicado em superfícies, com intuito de inativar os microrganismos ali presentes. Nesse sentido, é possível utilizar o gás argônio, que se mostrou mais eficaz que o gás hélio, na atividade contra microrganismos, devido a maior produção de radicais livres. Ainda, o gás argônio reduziu a contagem de *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes* em superfícies. Logo, o plasma frio é uma opção de agente desinfetante a ser utilizado pela indústria, de forma a

reduzir a carga microbiana antes, durante e após o processo produtivo (Lee *et al.*, 2021).

Ultrassom

No que tange ao processamento de alimentos com ultrassom, a termossônica ganha destaque quando aplicada a sobremesa láctea. Esta tecnologia baseia-se na utilização de calor associado ao ultrassom. Com isso, há possibilidade de reduzir contagens de leveduras e bolores, bactérias mesófilas aeróbicas e bactérias do ácido láctico, em sobremesa láctea, até o final do período de armazenamento por 21 dias. Além disso, essa técnica realçou as propriedades antioxidantes, anti-hipertensivas e antidiabéticas do produto, em comparação a utilização do tratamento térmico apenas (Lino *et al.*, 2022).

O mecanismo de ação que rege o ultrassom ocorre por meio da propagação de ondas de energia sonora, que levam a formação de bolhas, as quais por sua vez colapsam e formam pontos quentes. Essas bolhas geram uma força de cisalhamento, que facilmente rompe células bacterianas. Arelado a isso, há formação de radicais livres, que auxiliam o efeito antimicrobiano, por mecanismos químicos em aminoácidos e enzimas bacterianas, assim como o peróxido de hidrogênio formado a partir desses. Finalmente, o ultrassom favorece a qualidade tecnológica do produto, proporcionando o acesso aos compostos fenólicos e flavonoides do alimento (Ferreira *et al.*, 2023).

Além do mais, o ultrassom pode ser utilizado em diversas frequências, para diferentes fins. O papel de garantir a segurança, o prazo de validade e o valor nutricional dos alimentos é crucial. Contudo, há aplicações do ultrassom para fins tecnológicos, tais como homogeneização de cremes e emulsões e auxílio na cristalização de manteiga, margarina, chantilly, chocolate e sorvete (Mahmoud *et al.*, 2022).

Luz pulsada

Com intuito de melhorar a qualidade microbiológica de produtos lácteos, é possível aplicar a luz pulsada como tratamento não térmico. Dessa maneira, utiliza-se uma lâmpada flash de gás inerte que leva a formação de pulsos caracterizados por curtas durações e altas potências. Vale destacar que estas lâmpadas emitem regiões diversas de frequência, como a luz ultravioleta, luz visível e luz infravermelha. A luz pulsada mostra-se eficiente na descontaminação de superfícies de produtos lácteos, como queijo ricota. Contudo, o processo, em altas intensidades, pode causar alterações sensoriais no produto, devido a desnaturação proteica. E, ainda, pode-se observar odor e textura indesejáveis. Portanto, é necessário adequar a frequência corretamente, para

obtenção de um produto lácteo com qualidades sensorial e microbiológica esperadas (Ricciardi *et al.*, 2021).

O efeito antimicrobiano da luz pulsada é associado à emissão da luz ultravioleta, que é captada pelo DNA (ácido desoxirribonucleico) do microrganismo. Assim, reações químicas são geradas, causando alterações nos genes bacterianos e, consequentemente, a replicação e transcrição gênica são comprometidas, induzindo a morte celular. Além disso, a luz pulsada é capaz de alterar estruturas da membrana plasmática e proteínas bacterianas, levando, da mesma forma, à morte do microrganismo. Há relatos de que esta tecnologia induziu lesões subletais em *Salmonella* spp., *Escherichia coli* e *Listeria innocua* (Chen *et al.*, 2023).

No que tange ao leite fluido, produtos com maior teor de gordura tendem a ter menor eficácia de tratamento por luz pulsada em comparação aos desnatados. Este fenômeno ocorre pela capacidade de proteção oferecida pelas micelas de gordura. Além disso, bactérias como *Listeria monocytogenes*, *Serratia marcescens*, *Salmonella Senftenberg*, *Yersinia enterocolitica*, *Aeromonas hydrophila*, *E. coli* e *Staphylococcus aureus* podem ser inativados pela luz pulsada. Entre elas, *Listeria monocytogenes* possui a maior resistência ao tratamento e, ao contrário, *Staphylococcus aureus* é mais sensível (Koutchma e Bissonnette e Popovic, 2021).

Por fim, um estudo realizou um questionamento sobre a opinião dos consumidores acerca das novas tecnologias aplicadas nos alimentos. Em primeiro momento, os entrevistados relataram que estes métodos poderiam impactar negativamente na saúde humana, ambiental e na qualidade sensorial do produto. Contudo, 72,3 % dos entrevistados afirmaram que comprariam uma bebida láctea achocolatada que passou por tratamento a plasma frio, se o preço fosse semelhante ao produto tradicional. Desse modo, concluiu-se que o impulsionamento da indústria quanto ao conhecimento do consumidor, aumentaria a confiança à marca e ao produto, de forma a aumentar as vendas (Coutinho *et al.*, 2021).

4 CONCLUSÃO

As tecnologias não térmicas oferecem alternativas promissoras para redução da carga microbiana em produtos lácteos, sem comprometer sua qualidade nutricional e sensorial. O aquecimento ôhmico, o plasma frio, o ultrassom e a luz pulsada demonstram eficácia na redução de microrganismos patogênicos e deteriorantes, contribuindo para a segurança de alimentos. Apesar disso, os desafios e limitações dessas tecnologias relacionam-se com investimento inicial, risco operacional e espectro de

ação, os quais devem ser considerados para adoção ampla na indústria de laticínios. Por último, a aceitação dos consumidores é essencial a ser considerada. Sendo assim, a exposição de evidências e informação aos consumidores é essencial para torná-los propícios a aceitação e compra de alimentos produzidos a partir das tecnologias não térmicas.

AGRADECIMENTOS

Os agradecimentos neste artigo são estendidos com profunda gratidão ao Grupo de Pesquisa em Inspeção, Tecnologia e Controle de Qualidade de Produtos de Origem Animal da Universidade Federal de Juiz de Fora e sua orientadora Professora Doutora Emília Maricato, cujo apoio e orientação foram fundamentais. Agradecemos aos colegas e colaboradores cujas contribuições valiosas enriqueceram significativamente o trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABDEL-NAEEM, H. H. S.; EBAID, E. M. S. M.; KHALEL, K. H. M.; IMRE, K.; MORAR, A.; HERMAN, V.; EL-NAWAWI, F. A. M. Decontamination of chicken meat using dielectric barrier discharge cold plasma technology: the effect on microbial quality, physicochemical properties, topographical structure and sensory attributes. **LWT – Food Science and Technology**, v. 165, n. 1, p. 10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113739>.
- ARSHAD, R. N.; ABDUL-MALEK, Z.; MUNIR, A.; BUNTAT, Z.; AHMAD, M. H.; JUSOH, Y. M. M.; BEKHIT, A. E.; ROOBAB, U.; MANZOOR, M. F.; AADIL, R. M. Electrical systems for pulsed electric field applications in the food industry: an engineering perspective. **Trends in Food Science & Technology**, v. 104, n. 1, p. 1-13, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.07.008>.
- ASL, P. J.; RAJULAPATI, V.; GAVAHIAN, M.; KAPUSTA, I.; PUTNIK, P.; KHANEGHAH, A. M.; MARSZALEK, K. Non-thermal plasma technique for preservation of fresh foods: a review. **Food Control**, v. 134, n. 1, p. 108560, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108560>.
- BALTHAZAR, C. F.; CABRAL, L.; GUIMARÃES, J. T.; NORONHA, M. F.; CAPPATO, L. P.; CRUZ, A. G.; SANT'ANA, A. S. Conventional and ohmic heating pasteurization of fresh and thawed sheep

milk: energy consumption and assessment of bacterial microbiota during refrigerated storage. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 76, n. 1, p. 102947, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.102947>.

CAVALCANTI, R. N.; BALTHAZAR, C. F.; MARGALHO, L. P.; FREITAS, M. Q.; SANT'ANA, A.; CRUZ, A. G. Pulsed electric field-based technology for microbial inactivation in milk and dairy products. **Current Opinion in Food Science**, v. 54, n. 1, p. 101087, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2023.101087>.

CHEN, Q.; DING, L.; DUAN, Y.; SHIB, C.; LI, K.; GUO, C.; GAO, Z.; LIU, B. The repair mechanism of sublethal *Salmonella* by intense pulsed light treatment. **Food Bioscience**, v. 56, n. 1, p. 103323, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103323>.

COUTINHO, N. M.; SILVEIRA, M. R.; GUIMARÃES, J. T.; FERNANDES, L. M.; PIMENTEL, T. C.; SILVA, M. C.; BORGES, F. O.; FERNANDES, F. A. N.; RODRIGUES, S.; FREITAS, M. Q.; ESMERINO, E. A.; CRUZ, A. G. Are consumers willing to pay for a product processed by emerging technologies? The case of chocolate milk drink processed by cold plasma. **LWT – Food Science and Technology**, v. 138, n. 1, p. 110772, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110772>.

FERREIRA, D. P.; MAGNANI, M.; SILVA, F. A.; OLIVEIRA, L. V. A.; ROSSET, M.; VERRUCK, S.; PIMENTEL, T. C. Understanding the potential of ultrasound as an innovative tool for microbial inactivation, functionalization of plant-based foods and improvements of functional food potential. **Food Bioscience**, v. 56, n. 1, p. 103342, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2023.103342>.

JI, F.; SUN, J.; SUI, Y.; QI, X.; MAO, X. Microbial inactivation of milk by low intensity direct current electric field: inactivation kinetics model and milk characterization. **Current Research in Food Science**, v. 5, n. 1, p. 1906-1915, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.10.015>.

KOUTCHMA, T.; BISSONNETTE, S.; POPOVIC, V. An update on research, development and

implementation of UV and pulsed light technologies for nonthermal preservation of milk and dairy products. **Innovative Food Processing Technologies**, v. 2, n. 17, p. 256-276, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.22680-2>.

LEE, S. H. I.; FRÖHLING, A.; SCLÜTER, O.; CORASSIN, C. H.; MARTINS, E. C. P.; ALVES, V. F.; PIMENTEL, T. C.; OLIVEIRA, C. A. F. Cold atmospheric pressure plasma inactivation of dairy associated planktonic cells of *Listeria monocytogenes* and *Staphylococcus aureus*. **LWT – Food Science and Technology**, v. 146, n. 1, p., 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.111452>.

LINDSAY, D.; ROBERTSON, R.; FRASER, R.; ENGSTROM, S.; JORDAN, K. Heat induced inactivation of microorganisms in milk and dairy products. **International Dairy Journal**, v. 121, n. 1, p. 105096, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2021.105096>.

LINO, D. L.; GUIMARÃES, J. T.; RAMOS, G. L. P. A.; SOBRAL, L. A.; SOUTO, F.; NETO, R. P. C.; TAVARES, M. I. B.; SANT'ANNA, C.; ESMERINO, E. A.; MÁRSICO, E. T.; FREITAS, M. Q.; FLORES, E. M. M.; RAICES, R. S. L.; CAMPELO, P. H.; PIMENTEL, T. C.; SILVA, M. C.; CRUZ, A. G. Positive effects of thermosonication in Jamun fruit Dairy dessert processing. **Ultrasonics Sonochemistry**, v. 86, n. 1, p. 12, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2022.106040>.

MAHMOUD, M. F.; DAVIDSON, R.; ABDELBASSET, W. K.; FAGIRY, M. A. The new achievements in ultrasonic processing of milk and dairy products. **Journal of Radiation Research and Applied Sciences**, v. 15, n. 1, p. 199-205, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2022.03.005>.

QI, Y.; LI, S.; ZHAANG, Y.; YOU, C. Recent advances in viability detection of foodborne pathogens in milk and dairy products. **Food Control**, v. 160, n. 1, p. 110314, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110314>.

RIBEIRO, N. G.; SANTOS, D. X.; CAMPELO, P. H.; GUIMARÃES, J. T.; PIMENTEL, T. C.; DUARTE, M. C. K. H.; FREITAS, M. Q.; ESMERINO, E. A.; SILVA, M. C.; CRUZ, A. G. Dairy foods and non-thermal processing: a bibliometric analysis. **Innovative Food Science &**

Emerging Technologies, v. 76, n. 1, p. 102934, 2022. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.102934>.

RICCIARDI, F. E.; PLAZZOTTA, S.; CONTE, A.; MANZOCCO, L. Effect of pulsed light on microbial inactivation, sensory properties and protein structure of fresh ricotta cheese. **LWT – Food Science and Technology**, v. 139, n. 1, p. 110556, 2021. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110556>.

ROCHA, R. S.; SILVA, R.; RAMOS, G. L. P.; CABRAL, L. A.; PIMENTEL, T. C.; CAMPELO, P. H.; ZACARCHENCO, P. B.; FREITAS, M. Q.; ESMERINO, E. A.; SILVA, M. C.; CRUZ, A. G. Ohmic heating treatment in high-protein vanilla flavored milk: quality, processing factors and biological activity. **Food Research International**, v. 161, n. 1, p. 111827, 2022. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111827>.

TALARI, G.; NAG, R.; O'BRIEN, J.; MCNAMARA, C.; CUMMINS, E. A data-driven approach for prioritizing microbial and chemical hazards associated with dairy products using open-source databases. **Science of The Total Environment**, v. 908, n. 1, p. 16856, 2024. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168456>.

TIMMERMANS, R. A. H.; MASTWIJK, H. C.; BERENDSEN, L. B. J. M.; NEDERHOFF, A. L.; MATSER, A. M.; BOEKEL, M. A. J. S. V.; GROOT, M. N. N. Moderate intensity pulsed electric fields (PEF) as alternative mild preservation technology for fruit juice. **International Journal of Food Microbiology**, v. 298, n. 1, p. 63-73, 2019. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2019.02.015>.

WANG, S.; LIU, Y.; ZHANG, Y.; LU, X.; ZHAO, L.; SONG, Y.; ZHANG, L.; JIANG, H.; ZHANG, J.; GE, W. Processing sheep milk by cold plasma technology: impacts on the microbial inactivation, physicochemical characteristics and protein structure. **LWT – Food Science and Technology**, v. 153, n. 1, p. 11, 2022. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112573>.